

# METHOD AND SYSTEM FOR IMAGE PROCESSING

Patent number: JP11234504

Publication date: 1999-08-27

Inventor: NAKAMURA TAKAO; OGAWA HIROSHI; TAKASHIMA YOICHI

Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

Classification:


- international: H04N1/387; G06T1/00

- european:

Application number: JP19980033239 19980216

Priority number(s):

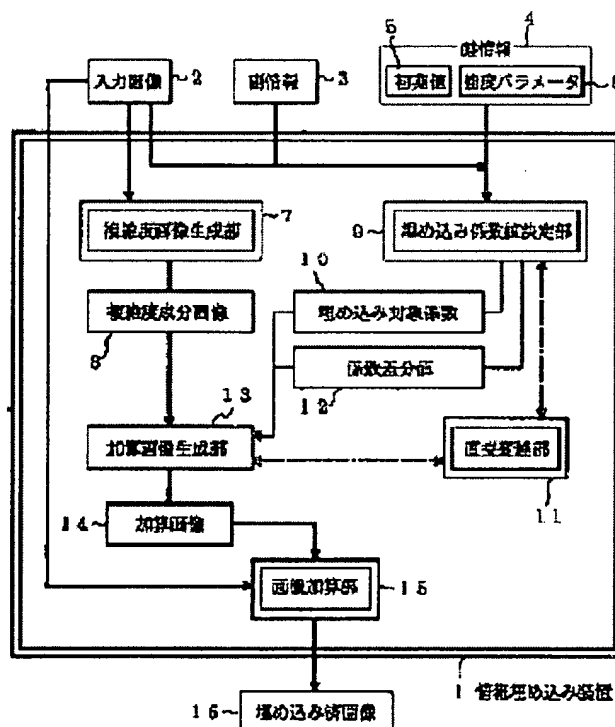
Also published as:

 JP11234504 (A)

## Abstract of JP11234504

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress deterioration in image quality by revising a pixel value corresponding to a degree of local complexity of an image so as to imbed other sub-information in the image in an unnoticed way.

**SOLUTION:** The information imbedding system 1 as the title system is provided with a means 7 that calculates a degree of complexity of each point of an input image and generates a complexity component image, a means 11 that applies orthogonal transform to the image, a means 9 that calculates a revision amount of an orthogonal transform coefficient of the input image based on sub-information and key information, a means 13 that obtains the value of the orthogonal transform coefficient of the complexity component image to revise an amplitude of a pixel value of the complexity component image so that the orthogonal transform coefficient of the complexity component image is equal to the revision amount of the orthogonal transform coefficient, and a means 15 that added the complexity component image after applying the revision to the input image to obtain the image in which the sub-information is imbedded.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-234504

(43)公開日 平成11年(1999)8月27日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

H 0 4 N 1/387

H 0 4 N 1/387

G 0 6 T 1/00

G 0 6 F 15/66

B

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-33239

(22)出願日 平成10年(1998)2月16日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 中村 高雄

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 小川 宏

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 高嶋 洋一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

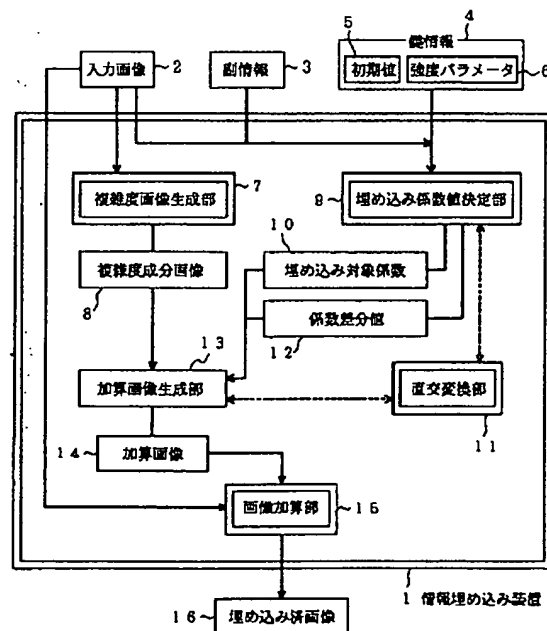
(74)代理人 弁理士 鈴木 誠

(54)【発明の名称】 画像処理方法および装置

(57)【要約】

【課題】 画像の局所的複雑度に応じて画素値を変更して、画像内に別の副情報を知覚されないように埋め込み、画質の劣化を抑える。

【解決手段】 入力画像の各点の複雑度を計算し、複雑度成分画像を生成する手段7、画像を直交変換する手段11、副情報と鍵情報により入力画像の直交変換係数の変更量を計算する手段9、複雑度成分画像の直交変換係数の値を求めて、該複雑度成分画像の直交変換係数値が入力画像の直交変換係数の変更量と等しくなるように、複雑度成分画像の画素値の振幅を変更する手段13、及び、該変更後の複雑度成分画像を入力画像に加算して、副情報の埋め込まれた画像を得る手段15を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル画像内に別の副情報を知覚されないように埋め込む画像処理方法において、デジタル画像の局所的な複雑度を求め、該局所的な複雑度に応じ、複雑な部分を平坦な部分より大きく変更して埋め込み済画像を得ることを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】 請求項1記載の画像処理方法において、画像の直交変換係数の値を変更することにより、副情報の埋め込みを行なうことを特徴とする画像処理方法。

【請求項3】 請求項2記載の画像処理方法において、副情報の埋め込みによるデジタル画像の直交変換係数の変更量をあらかじめ求め、デジタル画像の局所的な複雑度を表す複雑度成分画像を生成し、該複雑度成分画像の直交変換係数の値を求めて、該複雑度成分画像の直交変換係数の値が前記変更量と等しくなるように、複雑度成分画像の画素値を変更し、該変更後の複雑度成分画像をデジタル画像に加算することにより、副情報の埋め込みを行なうことを特徴とする画像処理方法。

【請求項4】 請求項3記載の画像処理方法において、複雑度成分画像の直交変換係数の値を求める際に、複雑度成分画像に直交変換係数に対応した基底画像を掛け算し、その後で複雑度成分画像の直交変換係数の値を求めることを特徴とする画像処理方法。

【請求項5】 請求項3記載の画像処理方法において、複雑度成分画像の直交変換係数の値が変更量と等しくなるようにする際に、デジタル画像の直交変換係数の変更量を複雑度成分画像の直交変換係数の値で割った比を、複雑度成分画像に掛け算して複雑度成分画像の画素値の振幅を変更することを特徴とする画像処理方法。

【請求項6】 デジタル画像と、該画像に埋め込みたい副情報と、埋め込みに用いる鍵情報を入力する手段と、入力画像の局所的な複雑度を表す複雑度成分画像を生成する手段と、入力画像と複雑度成分画像を直交変換する手段と、入力画像の直交変換係数と副情報と鍵情報から該入力画像の直交変換係数の変更量を求める手段と、複雑度成分画像の直交変換係数の値が前記変更量と等しくなるように該複雑度成分画像の振幅を変更する手段と、前記変更後の複雑度成分画像を入力画像に加算する手段を具備し、デジタル画像に視覚的な影響を与えず、該画像内に副情報を埋め込むことを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は画像処理方法および装置に係り、詳しくは、デジタル画像に対して別の副情報を埋め込む際に、人間の知覚に感知されないように埋め込みを行なう方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 今日、このような情報の埋め込みおよび検出技術は、著作権情報や利用ユーザIDなどを情報コ

ンテンツに秘密裏に埋め込むことによりデジタル情報コンテンツの著作権保護および不正複製抑止を行うシステムに用いられている。しかしながら、従来技術では、画像の部分的な編集（拡大、縮小など）や非可逆圧縮などを行うことで簡単に埋め込んだ副情報が消えてしまうといった問題があった。

【0003】 一方、デジタル画像内に別の副情報を埋め込む有効な手法の一つに、画像に直交変換を施し周波数領域に変換した後、鍵情報によって選出された係数値を変更し、さらに逆変換して、副情報を埋め込んだ画像を得る方法がある。この際、直交変換には離散フーリエ変換あるいは離散コサイン変換などが用いられる。この方法によれば、画像の非可逆圧縮や雑音付加、拡大／縮小などに対する耐性を実現できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記方法では、周波数領域で係数値を一様に変更するため、変更した係数値に対応する基底画像パターンが画像全体に一様に現れる。一般に画像の平坦部分は複雑部分よりも劣化に対して知覚されやすいので、平坦部分で劣化が知覚されない程度の係数値の変更しかできない。

【0005】 本発明の目的は、上記方法では不可能であった画像の局所的複雑度に応じて画素値を変更し、係数値の値を任意に変更することで、任意に情報の埋め込みを可能とする画像処理方法および装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の情報埋め込み方法および装置では、鍵情報によって埋め込み対象係数と変更後の係数値をあらかじめ求める。一方、フィルタなどを用いて入力画像の各点における複雑度を計算して複雑度成分画像を生成し、複雑度成分画像に埋め込み対象係数の基底を掛算して加算基準画像を得る。この加算基準画像を直交変換した際の埋め込み対象係数に対応する係数値で、入力画像の埋め込み対象係数値の埋め込みによる差分を割算し、割算の結果を加算基準画像に掛算し加算画像を得る。そして、この加算画像を入力画像に加えることで、情報埋め込み済み画像を得る。これにより、複雑部分に対しては平坦部分よりも大きな変更を加えることができ、かつ所望の係数値を所望の値に変更して情報埋め込みを行なうことが可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】 以下に本発明の実施例を図面を参照して説明する。なお、図示の構成は、実際には所謂コンピュータ上でハードウェア、ソフトウェアを利用して構築されるものである。

【0008】 図1に、本発明の一実施例における情報埋め込み装置の全体構成図を示す。本情報埋め込み装置1はデジタル画像（入力画像）2、埋め込み対象の副情報

3、鍵情報4を入力とする。鍵情報4は初期値5と強度パラメータ6からなる。これらの入力をうけた情報埋め込み装置1は、まず、複雑度画像生成部7において、入力画像2の各点における複雑度を計算し、複雑度成分画像8を得る。一方、埋め込み係数値決定部9において、入力画像2の直交変換係数の中から埋め込み対象係数10（座標）を初期値5によって選出して出力し、また、入力画像2を直交変換部11に送り直交変換係数行列を得て、埋め込み対象係数10の値（埋め込み対象係数値）と副情報3と強度パラメータ6の値から、埋め込み後係数値を求め、埋め込み後係数値と埋め込み対象係数10の値の差を係数差分値12として出力する。次に、加算画像生成部13において、複雑度成分画像8に埋め込み対象係数10に対応する基底画像を掛算して加算基準画像を得た後、これを直交変換部11に送り直交変換

係数行列を得て、加算基準画像の埋め込み対象係数10の値を求め、これを加算基準係数値とし、係数差分値12を加算基準係数値で割った値を加算比として求め、加算比を加算基準画像に掛算して加算画像14を得る。最後に、画像加算部15において、入力画像2の各点に加算画像14の対応する点を加算し、埋め込み済画像16を得る。

【0009】以下に、図1の実施例の各部の構成や動作について詳述する。複雑度画像生成部7は、入力画像2を入力とし、例えば、以下に示すような2次元畳み込み演算によって各点の複雑度を求め、複雑度成分画像8を出力する。

【0010】

【数1】

$$e_{ij} = \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 |p_{ij} - p_{i+k, j+l}|$$

ただし

{ $p_{ij}$ } : 入力画像 ( $0 \leq i \leq M-1, 0 \leq j \leq N-1$ )

{ $e_{ij}$ } : 複雑度成分画像 ( $0 \leq i \leq M-1, 0 \leq j \leq N-1$ )

【0011】なお、複雑度の計算は上記計算式以外に、通常の画像の微分など、どのようなものでも適用可能である。

【0012】図2は埋め込み係数値決定部9の具体的構成例を示す。埋め込み係数値決定部9は入力画像2と副情報3と鍵情報4（初期値5、強度パラメータ6）を入力とする。まず、初期値5を乱数生成器17に与えて乱数列18を得、該乱数列18から埋め込み対象係数10（対象座標）を決定する。また、入力画像2を直交変換部11に送り直交変換係数行列19を得る。

【0013】係数差分値決定部20では、直交変換係数行列19、副情報3（0、1のビット列）、埋め込み対象係数10および強度パラメータ4（strengthとする）

を入力とし、まず、直交変換係数行列19の中の埋め込み対象係数10（対象座標）の係数値（xとする）を得て、下のような規則によって、埋め込み後係数値（yとする）を求める。

（1）副情報bit=0のとき

$p < \text{strength} \times 0.75$  のとき :  $y = q + \text{strength} \times 0.25$

$p \geq \text{strength} \times 0.75$  のとき :  $y = q + \text{strength} \times 1.25$

（2）副情報bit=1のとき

$p < \text{strength} \times 0.25$  のとき :  $y = q - \text{strength} \times 0.25$

$p \geq \text{strength} \times 0.25$  のとき :  $y = q + \text{strength} \times 0.75$

【0014】

【数2】

ただし

$$q = \left\lfloor \frac{x + \text{strength} \times 0.25}{\text{strength}} \right\rfloor \times \text{strength} - \text{strength} \times 0.25$$

$$p = x - q$$

【0015】次に、係数差分値決定部20では、埋め込み後係数値（y）と埋め込み対象係数値（x）の差（ $y - x$ ）を求め、これを係数差分値12として、そのときの埋め込み対象係数10とともに出力する。

【0016】埋め込み対象係数値決定部9においては、以上の処理を副情報のビット列の各ビットごとに繰り返し実施する。なお、係数差分値12は、埋め込み対象周波数成分の振幅と変更後（埋め込み後）の振幅の差を示し、埋め込みによるデジタル画像の直交変換係数の変更量を表す。

【0017】図1の直交変換部11は、埋め込み係数値決定部9より入力画像2、あるいは後述の加算画像生成部13より加算基準画像を入力とし、直交変換を施し、直交変換係数行列19、23を返す処理を行う。直交変換には離散コサイン変換、離散フーリエ変換などを用いることができる。本実施例では離散コサイン変換を用いるものとし、以下に定義式を示す。

【0018】

【数3】

$$s_{uv} = \frac{2}{\sqrt{NM}} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} (p_{ij} - L_u) \cos \frac{(2i+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{2M}$$

ただし

$\{s_{uv}\}$  : 離散コサイン変換の係数行列  
( $0 \leq u \leq N-1, 0 \leq v \leq M-1$ )

【0019】図3は加算画像生成部13の具体的な構成例を示す。加算画像生成部13は、複雑度成分画像8、埋め込み対象係数10、係数差分値12を入力として、複雑度成分画像の直交変換係数の値が入力画像2の直交変換係数の変更量と等しくなるように、複雑度成分画素値

【0020】まず、加算基準画像生成部21において、以下のように加算基準画像22を求める。

【0021】  
【数4】

$$a_{ij} = e_{ij} \times \cos \frac{(2i+1)u_0\pi}{2N} \cos \frac{(2j+1)v_0\pi}{2M}$$

ただし

埋め込み対象係数を( $u_0, v_0$ )成分とする

$\{a_{ij}\}$  : 加算基準画像 ( $0 \leq i \leq N-1, 0 \leq j \leq M-1$ )

【0022】次に、加算基準画像22を直交変換部11に送って直交変換係数行列23を得、埋め込み対象係数10(対象座標)の係数値を加算基準係数値24とする。そして、(係数差分値12) / (加算基準係数値2

4)を加算比25とし、加算基準画像22に加算比25を掛け算して加算画像14を得る。

【0023】  
【数5】

$$c_{ij} = r \times a_{ij}$$

ただし

$\{c_{ij}\}$  : 加算画像 ( $0 \leq i \leq N-1, 0 \leq j \leq M-1$ )

【0024】画像加算部15は、入力画像2と加算画像14を入力とし、以下のように、両者の各点の画素値の和を計算し、埋め込み済画像16を出力する。

$r$  : 加算比 ( $= \frac{\text{係数差分値}}{\text{加算基準係数値}}$ )

【0025】  
【数6】

$$p'_{ij} = p_{ij} + c_{ij}$$

ただし

$\{p'_{ij}\}$  : 埋め込み済画像 ( $0 \leq i \leq N-1, 0 \leq j \leq M-1$ )

【0026】次に、図4に本発明の一実施例における情報検出装置の全体構成図を示す。本情報検出装置30は、検出対象画像(埋め込み済画像)と鍵情報32を入力とする。鍵情報32は、図1の情報埋め込み装置1で用いた鍵情報4と同じものである。まず、直交変換部35において、検出対象画像31に直交変換を施して直交変換係数行列19を得る。埋め込み情報検出部37で、図2に示した埋め込み係数値決定部9と同様に乱数生成器により初期値33から乱数列を生成し、該乱数列を用いて、直交変換係数行列の中の検出対象係数(対象座標)を決定する。そして、直交変換係数行列33の検出対象係数の値(検出対象係数値)から、以下の規則により検出情報38を求める。なお、strengthは強度パラメータ、xは検出対象係数値、bitは検出情報である。

(1)  $p < \text{strength} \times 0.5$  のとき : bit = 0

(2)  $p \geq \text{strength} \times 0.5$  のとき : bit = 1

【0027】  
【数7】

ただし

$$q = \left\lfloor \frac{x + \text{strength} \times 0.25}{\text{strength}} \right\rfloor \times \text{strength} - \text{strength} \times 0.25$$

$$p = x - q$$

【0028】以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明の他の実施例について以下に示す。図2に示した埋め込み係数値決定部9の係数差分値決定部20において、埋め込み対象係数値 $x$ について、以下のような規則によって埋め込み後係数値 $y$ を求め、（埋め込み後係数値）－（埋め込み対象係数値）（ $x - y$ ）を係数差分値12とする。

（1）bit=0のとき

$$y = x - \text{strength}$$

（2）bit=1のとき

$$y = x + \text{strength}$$

【0029】本実施例における情報検出装置30について図5に示す。この場合、情報検出装置30は、入力画像2、検出対象画像31、鍵情報32の初期値33を入力とする。まず、入力画像2と検出対象画像31をそれぞれ直交変換部35で直交変換し、それぞれの直交変換係数行列を得る。埋め込み情報検出部37は、初期値33から乱数列を生成し、乱数列を用いて検出対象係数を決定する。そして、入力画像2から得られた直交変換係数行列中の検出対象係数の値（検出対象係数値 $x$ ）、検出対象画像31から得られた直交変換係数行列中の検出対象係数の値（検出対象係数値 $y$ ）を求め、両者の差 $p$ （ $p = y - x$ ）から、以下の規則により検出情報38を求める。

【0030】

（1） $p < 0$ のとき：bit=0

（2） $p \geq 0$ のとき：bit=1。

【0031】更に本発明の別の実施例としては、図3に示した加算画像生成部13の加算基準画像生成部21においては特に処理を行わずに、複雑度成分画像8をそのまま加算基準画像22とすることでもよい。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、画像の複雑部分を重点的に変更することで、画像の直交変換係数等を変更して情報を埋め込むので、従来提案されている埋め込まれた情報の非可逆圧縮やローパスフィルタ、拡大／縮小などに対する耐性を実現しつつ、埋め込みによる画質劣化を抑えることが可能である。また、情報検出装置については、従来のものをそのまま用いる

ことができ、移行コストを低くできる。さらに、動画像の各フレームに対し本発明を適用することにより、動画像への情報埋め込みおよび動画像からの情報検出も可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における情報埋め込み装置の全体構成を示す図である。

【図2】図1における埋め込み係数値決定部の構成例を示す図である。

【図3】図1における加算画像生成部の構成例を示す図である。

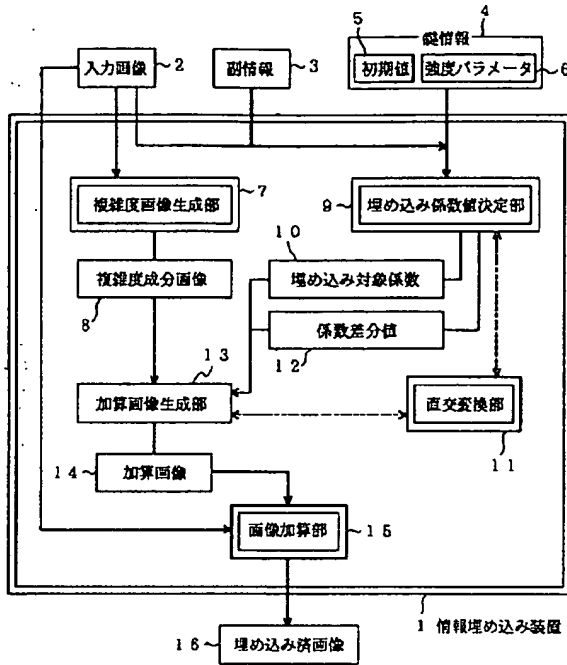
【図4】本発明の一実施例における情報検出装置の全体構成を示す図である。

【図5】本発明の他の実施例における情報検出装置の全体構成を示す図である。

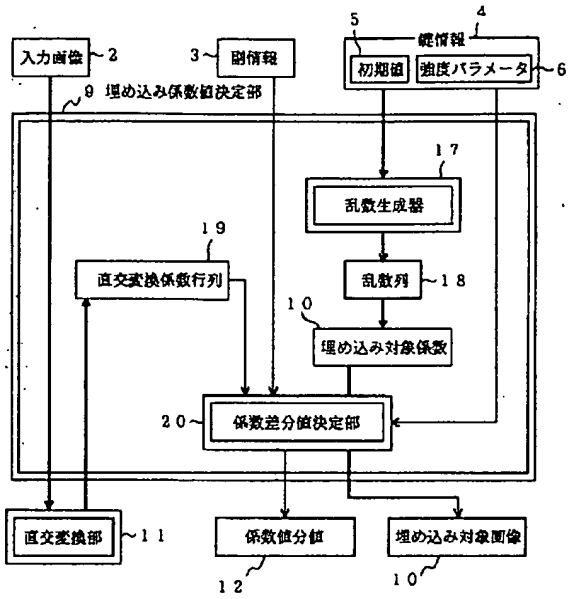
【符号の説明】

- 1 情報埋め込み装置
- 2 入力画像
- 3 副情報
- 4 鍵情報
- 7 複雑度画像生成部
- 8 複雑度成分画像
- 9 埋め込み係数値決定部
- 10 埋め込み対象係数
- 11 直交変換部
- 12 係数差分値
- 13 加算画像生成部
- 14 加算画像
- 15 画像加算部
- 16 埋め込み済画像
- 19、23 直交変換係数行列
- 30 情報検出装置
- 31 検出対象画像
- 32 鍵情報
- 35 直交変換部
- 36 直交変換係数行列
- 37 埋め込み情報検出部
- 38 検出情報

【図 1】

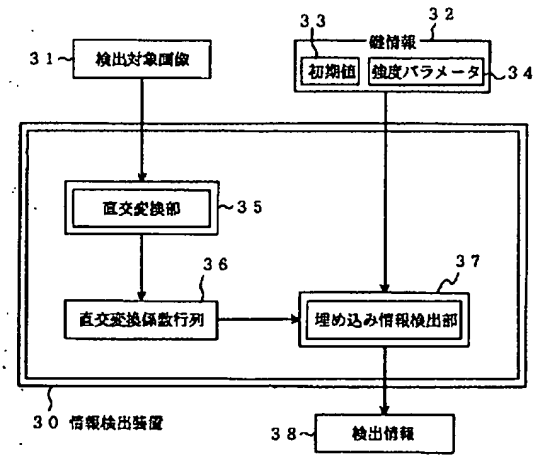
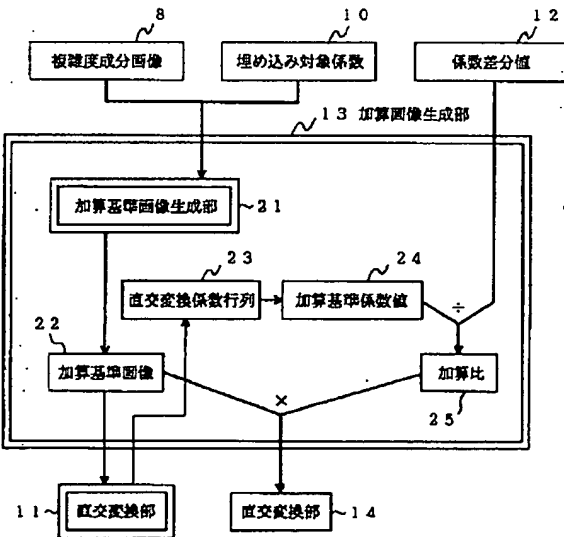


【図 2】



【図 4】

【図 3】



【図5】

